



## ВИКОРИСТАННЯ СЕНСОРА SHARP ДЛЯ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

**Кот Василь**

*кандидат технічних наук, викладач-методист відокремленого структурного підрозділу «Рівненський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»*

**Якимчук Ірина**

*викладач-методист відокремленого структурного підрозділу «Рівненський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»  
м. Рівне, Україна*

Забруднення повітря є серйозною проблемою сучасного світу, особливо в густонаселених містах з розвинутою промисловістю. Транспортні засоби, промислові підприємства та інші джерела забруднення підвищують рівень шкідливих речовин у повітрі, що негативно впливає на здоров'я людей. Забруднення повітря викликає респіраторні та серцево-судинні захворювання, такі як астма, бронхіт, інфаркти та інсульты. Також воно знижує якість життя і продуктивність праці.

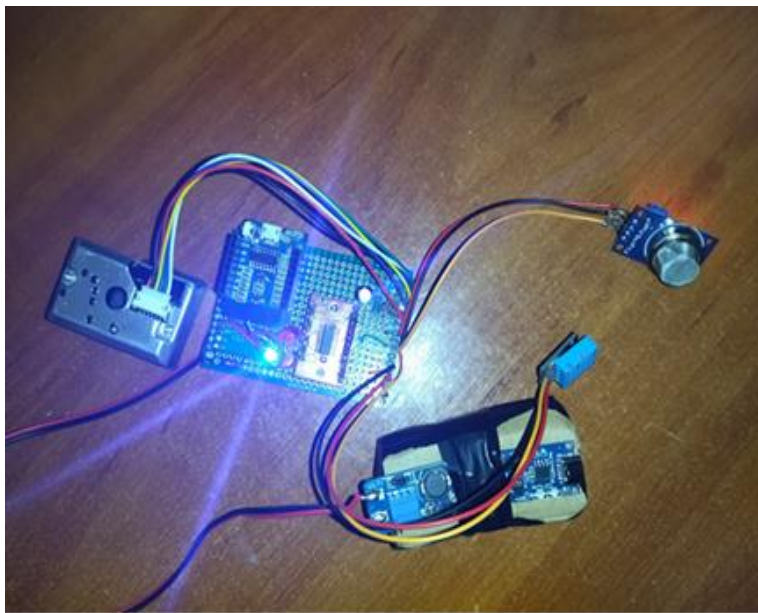
Окрім хімічних речовин, у повітрі присутні пилові частинки (PM<sub>2.5</sub> та PM<sub>10</sub>), які проникають в легені і можуть викликати запалення, що особливо небезпечно для дітей, літніх людей і тих, хто має хронічні захворювання. Тому створення ефективних систем моніторингу якості повітря є нагальною потребою, і ключовим елементом таких систем є сенсори.

Інтернет речей (IoT) відкриває можливості для побудови мереж сенсорів, які в реальному часі збирають дані про якість повітря. Це допомагає швидко реагувати на забруднення на рівні місцевої влади або підприємств. Якість і точність даних залежать від правильного вибору сенсора, який є основою таких систем. У світі існує багато систем моніторингу якості повітря, які використовують різні підходи та технології. Традиційні стаціонарні станції забезпечують високу точність вимірювань, але вони є дорогими та обмеженими у мобільності. Переносні аналізатори повітря забезпечують гнучкість та доступність, дозволяючи проводити вимірювання в різних місцях. Прикладами таких аналізаторів є PurpleAir, AirVisual та Awaair, які дозволяють збирати дані про якість повітря у реальному часі.

Новітні IoT-системи, які є компактними, енергоефективними і відносно недорогими, дозволяють їх широке застосування в різних умовах. Кожна з цих систем має ряд своїх переваг та недоліків, однак їх об'єднує одне - сенсор, що реагує на якість повітря. Існує безліч таких сенсорів, найпоширенішим вибором серед аматорів і конструкторів є SDS011,

PMS5003, GP2Y1014AU0F та DSM501A. Кожен сенсор має свої особливості, а вибір залежить від потреб. SDS011 використовує лазерне розсіювання для вимірювання частинок пилу (0.3–10 мкм) з точністю  $\pm 15\%$ . PMS5003 також визначає PM1.0, PM2.5 та PM10, з точністю  $\pm 10\%$ . GP2Y1014AU0F використовує інфрачервоне світло для вимірювання частинок до  $500 \text{ мкг/м}^3$  (PM10) з точністю  $\pm 15\%$ . DSM501A вимірює PM2.5 та PM10 з точністю  $\pm 10\%$ . Найдоступнішим є GP2Y1014AU0F, але його ефективність під питанням. Метою дослідження є розробка та тестування системи моніторингу на основі GP2Y1014AU0F.

Для тестування системи було зібрано наступний тестовий стенд який зображений на рис. 1. Зрозуміло що даний датчик було підключено до системи Wemos D1 mini згідно тих принципів які передбачив його виробник і навів в даташиті.



**Рис. 1.** Зовнішній вигляд тестового стенду

Згідно з технічною документацією, дані з сенсора передаються на мікроконтролер через аналоговий вхід. Це дозволяє відносно легко зчитувати аналоговий сигнал, і таке підключення має бути досить простим для обробки та інтерпретації. Однак на практиці ситуація виявилася складнішою. Більшу частину часу сенсор неактивний. Один раз на 10 мс на сенсор необхідно подати короткий імпульс тривалістю 320 мкс, який вмикає світлодіод для підсвічування пилу. Потім, через 280 мкс, коли на



виході сенсора з'являється відповідний сигнал, його необхідно зчитати і визначити амплітуду. Амплітуда сигналу характеризує кількість пилу в повітрі. Як тільки сигнал оцифровано, напруга на світлодіоді знімається, і сенсор відключається до наступного імпульсу. Такий алгоритм знижує знос сенсора і, як зазначено в інструкції, дозволяє відрізнити пил від диму. Проте в інструкції не пояснюється, як саме це відбувається на практиці.

Фрагмент коду, який реалізує ці маніпуляції для Wemos D1 Mini, може виглядати наступним чином:

```
digitalWrite(D2, LOW); // вмикаємо світлодіод
```

```
delayMicroseconds(280);
```

пилу

```
delayMicroseconds(40);
```

```
digitalWrite(D2, HIGH); // вимикаємо світлодіод
```

```
delayMicroseconds(9680);
```

```
calcVoltage = voMeasured * (3.3 / 1024.0);
```

```
dustDensity = 170 * calcVoltage - 0.1; // обчислюємо забруднення
```

Важливо зазначити, що сигнал від сенсора починає спадати не після відключення світлодіода, а ще під час його роботи. Тому в процесі вимірювань важливо точно дотримуватися часу і виконувати всі дії відповідно до інструкцій. Другим важливим аспектом є правильний перерахунок отриманих вольтів у мікрограми на кубометр. Для цього необхідно відняти з сигналу постійну складову і за допомогою графіка обчислити концентрацію пилу. Постійна складова сигналу є унікальною для кожного сенсора, що вимагає налаштування.

Результати роботи сенсора суперечливі. Він нестабільно показує дані в умовах чистого повітря, часто з близькими до нуля значеннями, що свідчить про недостатню чутливість. Однак при піднесенні предметів або задимленні сенсор реагує, показуючи зростання значень. Сенсор також вимагає точного таймінгу імпульсів для стабільної роботи. Для чутливих застосувань рекомендується використовувати аналогово-цифровий перетворювач. Сенсор працює тільки при напрузі 5V. В якості висновка можна стверджувати GP2Y1014AU0F підходить для моніторингу сильних забруднень, але не для чистого повітря.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Даташит на GP2Y1014AU0F від фірми Sharp [електронний ресурс] URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1243996/SHARP/GP2Y1014AU0F.html> (дата доступу: 22.05.2024).
2. Бібліотека для GP2Y1014AU0F [електронний ресурс] URL: <https://github.com/luciansabo/GP2YDustSensor> (дата доступу: 22.05.2024).
3. Wemos and dust sensor example [електронний ресурс] URL: <https://www.esp8266learning.com/wemos-dust-sensor-example.php> (дата доступу: 22.05.2024).



4. Sharp GP2Y1010AU PM2.5 particle/dust sensor – working [електронний ресурс]  
URL: <https://community.home-assistant.io/t/sharp-gp2y1010au-pm2-5-particle-dust-sensor-working/450844> (дата доступу: 22.05.2024).